

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



 Images

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(11) WO 97/01864

(13) A1

(21) PCT/US96/10836

(22) 26 June 1996 (26.06.1996)

(25) English

(26) English

(30) 60/000,515

26 June 1995
(26.06.1995)

US

(30) 08/669,184

24 June 1996
(24.06.1996)

US

(43) 16 January 1997 (16.01.1997)

(51)* H01L 21/3105 , 21/768

(54) REMOVAL RATE BEHAVIOR OF SPIN-ON DIELECTRICS WITH CHEMICAL MECHANICAL POLISH

(71) ALLIEDSIGNAL INC. [US/US]; 101 Columbia Road, P.O. Box 2245, Morristown, NJ 07962-2245 (US).

(72) FORESTER, Lynn; 2233 Gunar Drive, San Jose, CA 95124 (US). CHOI, Dong, K.; 2338 Montezuma Drive, Campbell, CA 95008 (US). HOSSEINI, Reza; 45370 Park Meadow Drive, Fremont, CA 94539 (US).

(74) CRISS, Roger, H.; AlliedSignal Inc., Law Dept. (C.A. McNally), 101 Columbia Road, P.O. Box 2245, Morristown, NJ 07962-2245 (US).

(81) CN, JP, KR, SG

(84) European patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)

Published

— With international search report.

(57) A method for forming a gap-filled, planarization structure of dielectric materials on a substrate topography useful for forming microelectronic devices. A dielectric material is first deposited as continuous, dry dielectric layer, preferably a SOG layer. Then the dielectric layer is partially removed by chemical-mechanical polishing (CMP). The chemical and mechanical properties of the structure can be chosen by varying the composition of the SOG layer and the subsequent CMP conditions.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平10-510399

(43) 公表日 平成10年(1998)10月6日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	F I	
H 0 1 L 21/304	3 2 1	H 0 1 L 21/304	3 2 1 S
			3 2 1 M
21/316		21/316	G
			P
21/3205		21/88	K
		審査請求 有	予備審査請求 有 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願平9-504516
 (86) (22) 出願日 平成8年(1996)6月26日
 (85) 翻訳文提出日 平成9年(1997)12月24日
 (86) 国際出願番号 PCT/US 96/10836
 (87) 国際公開番号 WO 97/01864
 (87) 国際公開日 平成9年(1997)1月16日
 (31) 優先権主張番号 60/000, 515
 (32) 優先日 1995年6月26日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 08/669, 184
 (32) 優先日 1996年6月24日
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 アライドシグナル・インコーポレーテッド
 アメリカ合衆国ニュージャージー州07962
 -2245, モーリスタウン, コロンビア・ロ
 ード 101, ビー・オー・ボックス 2245
 (72) 発明者 フォレスター, リン
 アメリカ合衆国カリフォルニア州95124,
 サン・ノゼ, グナー・ドライブ 2233
 (72) 発明者 チョイ, ドン・ケイ
 アメリカ合衆国カリフォルニア州95008,
 キャンベル, モンテズマ・ドライブ 2338
 (74) 代理人 弁理士 社本 一夫 (外5名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化学的機械的研磨でのスピンオン誘電体の除去速度挙動

(57) 【要約】

間隙が充填された誘電性物質の平坦構造を、マイクロエレクトロニック装置を形成するのに有用な支持体地形上に形成する方法。誘電性物質をまず連続的な乾燥誘電層、好ましくはSOG層として堆積させる。次いで、この誘電層を化学的-機械的研磨 (CMP) により部分的に除去する。SOG層の組成及びその後のCMP条件を変動させることによって、その構造体の化学的及び機械的特性を選ぶことができる。

【特許請求の範囲】

1. 空隙のない連続的に平坦化された支持体表面を形成する方法であって、
(a) 誘電性組成物を支持体の表面に、該表面上の空隙を均一にコートして充填するのに十分な量で適用すること；及び
(b) 前記支持体表面上の前記誘電性組成物が実質的に平坦化されるまで、前記誘電性組成物に化学的機械的研磨工程を行うこと
を含む方法。
2. 工程(a)の後であって工程(b)の前に、誘電性組成物及び支持体を、その表面上に連続的な乾燥誘電膜を形成するのに十分な温度及び時間で加熱することを更に含む、請求項1の方法。
3. 誘電性組成物が、シリケート、ホスホシリケート、シロキサン、シルセスキオキサン、有機ポリマー、コポリマー及びそれらの混合物からなる群から選択される物質を含んでなる、請求項1の方法。
4. 誘電性組成物がシロキサンを含んでなり、該シロキサンがそのシロキサンの全重量を基準として約2～約90%の、約1～約10の炭素を有するアルキル基、約4～約10の炭素を有する芳香族基、約4～約10の炭素を有する脂肪族基、及びそれらの混合物を含んでなる有機基を有する、請求項1の方法。
5. 誘電性物質が、工程(b)の前に、約25～約250℃の温度での追加の続く加熱により更に硬化される、請求項2の方法。
6. 誘電性物質が、電子ビーム硬化処理により更に硬化される、請求項2の方法。
7. 化学的機械的研磨がアルカリシリカスラリーで行われる、請求項1の方法。
8. 表面が、金属電導体のパターン及び該金属接触上の酸化物の層を含む、請求項1の方法。
9. 表面が、金属電導体のパターン及び該金属接触上の酸化物の層を含む請求項1の方法であって、工程(b)を行う前に、該誘電層上に第2酸化物層を堆積することを更に含む方法。

10. 請求項1の方法により製造される支持体。

11. 請求項10の支持体を含むマイクロエレクトロニック装置。

12. 半導体支持体表面を処理する方法であって、

(a) 液体誘電性組成物の層を半導体支持体の表面上にスピン堆積すること；

(b) 前記誘電層を、その表面上に連続的な乾燥誘電層を形成するのに十分な温度及び時間で加熱すること；及び

(c) 該誘電層を化学的－機械的に研磨して該誘電層の少なくとも一部分を除去すること

を含む方法。

【発明の詳細な説明】

化学的機械的研磨でのスピノン誘電体の除去速度挙動

関連出願への言及

この出願は、1995年6月26日に出願された米国特許出願第60/000,515号（係属中）の優先権を主張するものであり、該出願は、参照により本明細書中に組み入れられるものとする。

発明の背景発明の分野

本発明は、集積回路（IC）、マルチチップモジュール、印刷回路板、高速論理装置、平面パネルディスプレイ、及び他のマイクロエレクトロニクス装置の製造に用いられる支持体の製造に関する。より特定的には、この発明は、表面空隙を充填する、つまり金属接触間の空間を水準化して上記のサブミクロンサイズの装置の製造に使用するのに適する支持体の誘電層を平坦化するための改良された技術に関する。これは、スピノン（spin-on）ガラス物質と共に化学的機械的研磨加工を用いて行われる。

先行技術の説明

半導体技術における継続的傾向は、その上により多くてより速い回路を有する集積回路チップを形成することである。そのような超大規模集積化は、フィーチャー（feature）サイズの継続的収縮化をもたらし、その結果、多数の装置が単一のチップ上で利用可能となる。限られたチップの表面積で、相互連絡密度は、典型的には、支持体の上にマルチレベル配置（multi-level arrangement）に膨張しており、それら装置はこれら複数のレベルを横切って相互連絡しなければならない。これら相互連絡は、接触させるように設計されている場合を除いて、互いから電氣的に絶縁されていなければならない。通常、電氣的絶縁には、表面上に誘電膜を堆積又はスピノンすることを要する。例えば、AlliedSignal Inc.により出版された“Spin/Bake/Cure/Procedure for Spin-On-Glass Materials for Interlevel and Intermetal Dielectric Planarization”（1994）（熱硬化スピノン膜）を参照のこと。

局所相互連絡の形成に伴う鍵となる加工上の困難性は、装置表面の地形である。支持体表面自体が全くの非平面であるだけでなく、装置形成方法も更にその上に間隙のような地形的不規則を作り上げる。平坦さの欠如は、レベル間誘電体厚不均衡 (interlevel dielectric thickness disparity)、下層にある物質への接着性の乏しさ、段階有効範囲 (step coverage)、並びに焦点深度 (depth-of-focus) 問題に起因する開放路 (open vias) の不良を含む、製造収率に負の衝撃を与え得る多くの問題を起こし得る。かくして、IC支持体内の狭い間隙を充填する能力は、その上にサブミクロンサイズの要素を形成するのに重要である。当該技術分野で公知の種々の支持体間隙充填技術には、堆積-蝕刻-堆積サイクル、及び大気未満条件下テトラエチルオルトシリケート (Sub-Atmospheric Tetra-Ethyl Ortho Silicate, SATEOS)、大気条件下プラズマテトラエチルオルトシリケート (Atmospheric Plasma Tetra-Ethyl Ortho Silicate, APTEOS)、化学蒸着 (CVD) 物質、高密度プラズマ (HDP) 系及びスピノングラス (spin-on glass, SOG) 物質の適用が含まれる。SOG物質の適用を用いる技術が、他の上記装置増大型技術よりも経済的である。

IC支持体加工における他の重要事項には、局所的及び全体的な誘電的平坦化が含まれる。表面の平坦化又は平滑化は、集積回路の二次加工に必須である。光学的平版印刷技術を用いて益々小さなフィーチャーを画するにつれて、暴露装置の焦点の深度が低下する。従って、益々複雑化する集積回路を正確にパターン化するためには、マイクロエレクトロニック装置の地形を平滑化又は“水準化”するために平坦化膜を用いることが必要である。光平版印刷技術を用いて作られるICフィーチャーは、局所的及び全体的な誘電的平坦化を必要とし、その場合、焦点の平版印刷深度は極端に、即ち $0.35\ \mu\text{m}$ 及びそれ未満に制限される。十分な局所的及び全体的平坦化なしでは、焦点の深度の欠如は、限定平版印刷加工窓としてそれ自身を明示するであろう。

IC表面の平坦化を向上させる1つの方法には、化学的-機械的研磨 (CMP) が含まれる。かくして、CMPは、平坦域を有意に薄くすることなしに、浮き上がった地形的フィーチャーを速やかに除去することができるという点で特有の利

点を有する。浮き上がった部分は研磨パッドと大きな表面接触を有し、従って凹んだ部分よりも大きな程度にまで研磨され得るので、CMPは、凹んだ部分においてよりも浮き上がった部分においてより多くの適用された酸化物コーティング厚を減少させることができる。機械的並びに化学的研磨を上部表面に適用することにより、CMPは、慣用的なエッチングにより得られるよりも大きな平坦化を達成する。

CMPで平坦化が達成できるとはいえ、その使用は間隙充填の必要性を排除するものではない。これまで、SOG技術とCMP技術の使用は相互排他的方法と考えられてきた。これは、SOG層は気孔性であるからSOGの研磨速度は他の間隙充填方法のそれよりもずっと高いであろうという一般的な考え方のためである。

連続的に均一なマイクロエレクトロニック支持体を形成するための改良された方法であって、それによってその支持体には本質的に空隙がなく、金属接触が効果的に絶縁され、そして諸層が効果的に平坦化される方法を提供することが望ましい。

発明の要旨

本発明は、空隙のない連続的に平坦化された支持体表面を形成する方法であって、

(a) 誘電性組成物を支持体の表面に、該表面上の空隙を均一にコートして充填するのに十分な量で適用すること；及び

(b) 前記支持体表面上の前記誘電性組成物が実質的に平坦化されるまで、前記誘電性組成物に化学的機械的研磨工程を行うことを含む方法を提供する。

本発明は、また、半導体支持体表面を処理する方法であって、

(a) 液体誘電性組成物の層を半導体支持体の表面上にスピン堆積すること；

(b) 前記誘電層を、その表面上に連続的な乾燥誘電層を形成するのに十分な温度及び時間で加熱すること；及び

(c) 該誘電層を化学的—機械的に研磨して該誘電層の少なくとも一部分を除去すること

を含む方法を提供する。

図面の簡単な説明

図1 (a) は、商品名 Accuglass®311 で AlliedSignal Inc. から入手可能な

シロキサンの425℃で窒素雰囲気下で60分間熱硬化した後の、元素力 (atomic force) 顕微鏡写真 (AFM) 画像であり、図1 (b) は、SOG Accuglass®311 シロキサンの SC-112 銘柄ヒュームドシリカスラリーでCMP加工した後

のAFM画像である。

図2は、種々のpHのスラリーを用いる AlliedSignal SOG Accuglass®

311 シロキサンの研磨速度 (Å/分) のグラフである。

図3は、種々の有機率の SC-112 スラリーを用いる、熱酸化物、熱硬化SOGシロキサン及び減圧硬化SOGシロキサンでコートした支持体の研磨速度 (Å/分) のグラフである。

図4 (a) ~ (d) は、種々の定盤rpmで SC-112 スラリーを用いる、熱酸化物、PETEOS、PESiH₄、Accuglass®311 シロキサン及び AlliedSig

nal Inc. から入手可能な FlareTM フッ素化ポリ (アリアルエーテル) でコートした支持体の研磨速度 (Å/分) のグラフである。

図5は、種々の異なるスラリーを用いる、種々のリン含有率でのシリケートSOG物質の研磨速度 (Å/分) のグラフである。

図6は、停止点を検出するためにモーター電流の変動を追跡する Luxtron 2350 終点検出器のスクリーンを図示したものである。

図7 (a) 及び (b) は、CMPの前及び後のウェハの表面状態を示す走査電子顕微鏡 (SEM) 写真によりウェハ表面を示すものである。

図8は、その上にCVD層及びSOG層がそれぞれ堆積している金属接触のパターンを有する支持体を示すものである。

図9は、その上にCVD層、SOG層及び追加のCVD層がそれぞれ堆積して

いる金属接触のパターンを有する支持体を示すものである。

好ましい態様の詳細な説明

その最も広い態様においては、この方法は、誘電層を有する半導体支持体の上部表面を提供する工程を包含する。その後、CMPを行ってその誘電層の少なく

とも一部分をその支持体上に平坦層を形成するのに十分な量だけ除去する。

典型的には、その誘電性組成物は、IC又は他のマイクロエレクトロニック装置に加工されることになるウェハー支持体上に適用される。本発明に適する平坦支持体には、他を排除するものではないが、ガリウム砒素 (GaAs) ; シリコン ; 及び結晶質シリコン、ポリシリコン、非晶質シリコン、エピタキシャルシリコン、及びシリコンジオキシド (SiO_2) のようなシリコンを含有する組成物 ; 及びそれらの混合物が含まれ、それらの表面上に回路パターンを有していても有していなくてもよい。典型的には、これら支持体は、約2〜約12インチの範囲の直径を有するが、本発明はもっと大きな支持体やもっと小さな支持体にも有効である。

液体誘電層、好ましくは適する溶媒中のシリケート又はシロキサンのようなスピノングラス (以下、SOGという) が周囲条件下で支持体表面上に適用される。適する溶媒には、他を排除するものではないが、誘電性物質の均一溶液又は分散液を形成するのに十分な量の水及び有機溶媒が含まれる。

多様な商業的に入手可能な誘電性物質をこの目的のために用いることができる。支持体上にスピノンすることができるとそのような適する誘電性物質の例には、シリケート ; ホスホシリケート ; フェニルシロキサン、メチルシロキサン、メチルフェニルシロキサン、ホスホシロキサンのようなシロキサン ; シルセスキオキサン (silsesquioxane) 、メチルシルセスキオキサン、メチルフェニルシルセスキオキサン ; 及びフッ素化ポリマー、特に AlliedSignal Inc. から商品名 **Flare®** で入手可能なフッ素化ポリ (アリアルエーテル) のような有機ポリマー

; 及びそれらのコポリマー混合物が含まれるが、これらに限定されない。有機誘電体、即ち、炭素原子を含有する誘電体が好ましく、シロキサン及びフッ素化ポリ (アリアルエーテル) がより好ましい。好ましいシロキサンは、式 SiO_x (

式中、 x は1に等しいか又はそれより大きくて2に等しいか又はそれより小さい)を有する非晶質の架橋したガラスタイプの物質であり、そしてそのシロキサン物質の全重量を基準として約2～約90%、好ましくは約10～約25%の、約1～約10の炭素を有するアルキル基、約4～約10の炭素を有する芳香族基、約4～約10の炭素を有する脂肪族基、及びそれらの混合物のような有機基を有

する。場合により、このシロキサン及びシリケート物質は、それら誘電性物質の全モル%を基準として、約0～約10%、好ましくは約2～約4%の量でリンを含有することもできる。この発明に使用するのに適する好ましいシロキサン物質は、AlliedSignal Inc. から商品名 Accuglass® で商業的に入手可能である。

適するシロキサン物質は、約100 p p b 又はそれ未満、好ましくは50 p p b 又はそれ未満、より好ましくは10 p p b 又はそれ未満のナトリウム、カリウム、塩素、ニッケル、マグネシウム、クロム、銅、マンガン、鉄、カルシウム等の微量元素不純物を含有し、そして好ましくは約1,000～約50,000、より好ましくは約300～約1,000分子量単位の分子量を有する。

好ましい態様においては、本誘電性物質は、適用されたときに約0.8～約70 c Pの粘度、適用されたときに誘電性物質、溶媒及び水の全重量を基準として約3～約36%の固体%、及び約0～約11%の水分、約10又はそれ未満、好ましくは約2.4～約3.2の誘電率、及び約1.37～約1.65の屈折率を有する。

本誘電性物質は、慣用的なスピンコーティング、浸漬コーティング、噴霧、又は当該技術分野で周知のメニスカスコーティングにより支持体上に適用することができる。そのような方法の詳細は、例えば、Integrated Technologies により出版された“Processing Equipment and Automated Systems”に記載されている。スピンコーティングが最も好ましい。支持体上の誘電膜の厚さは、その支持体に適用される液体誘電体の量に依存して変動し得るが、典型的には約500 Å～約2ミクロン、好ましくは約3000～約9000 Åであることができる。支持体に適用される誘電体液の量は、約1～約10 ml、好ましくは約2～約8 mlで変動することができる。

好ましい態様においては、公知のスピン技術に従ってこの液体物質を支持体の上部表面上にスピンする。好ましくは、誘電体を溶液から支持体の中央に適用してから、その溶液を支持体表面に一様に広げるために、約500～約6000rpm、好ましくは約1500～約4000rpmの速度で回転しているホイール上で、約5～約60秒、好ましくは約10～約30秒間スピンさせる。この液体誘電性組成物を載せると、それは、支持体中の谷間又は裂け目及び支持体上に密

に間隔を置いて並べられた金属導体間の谷間又は裂け目の両方を満たして、それら裂け目にますますの平坦化を与える平滑化効果を提供するが、その部分を完全に平坦化するには十分ではない。

誘電性物質を支持体に適用した後、誘電体－支持体結合体を場合により、しかし好ましくは、その誘電膜内に存在するあらゆる残留溶媒を蒸発させ、更にその膜の粘度を下げ、そして、その膜の密度、化学的耐性及び／又は物理的耐摩耗性を高めるか又は低くするのに十分な時間及び温度で加熱する。なお、当業者なら過度な実験なしにそれらを決めることができる。誘電体の密度及び化学的特性の変化は、CMPに対するその感受性の変化をもたらす。加熱する温度及び熱に曝す時間が増加すると、その誘電層の化学的及び機械的特性の変化も漸増し、それによって、CMP除去速度の変化が起こる。誘電層物質の特性に従って除去速度を高く又は低く固定することができるので、特定のCMP化学スラリー及び機械圧力条件が適用される。

一般に、誘電体コーテッド支持体を約50～約400℃、より好ましくは約50～約250℃に、約0.5～約10分間、より好ましくは約1～約3分間加熱する。これは、好ましくはホットプレート上で行われるがオープン中で行ってもよい。好ましい態様においては、誘電体をまず約50℃に約30秒～1分間加熱してから、約150℃で約30秒～1分間加熱し、そして約250℃で約30秒～1分間の3回目の加熱を行う。液体誘電性物質は、そのような加熱の結果として、部分的に架橋して固化する。

コーティングを加熱した後は、得られる膜の厚さは、約0.2～約3.0マイクロメートル、好ましくは約0.5～約2.5マイクロメートル、最も好ましくは約

0.7～約2.0マイクロメートルの範囲である。この発明により生成する膜は、一般に平均膜厚の2%未満、好ましくは1%未満の厚さ標準偏差を示す。

CMPの前に、誘電層は、場合により、その誘電層の化学組成を密にするのに及び変化させるのに必要なレベル及び時間で規定される硬化サイクルを受けることができる。好ましい硬化の態様においては、約250～約1,000℃の温度で約5～約240分間、より好ましくは約300～約800℃の温度で約30～約120分間、最も好ましくは約350～約450℃の温度で約30～約120

分間、誘電層を加熱してその誘電組成物中に機械的硬質化及び化学的変化を起こさせ、その層を更に硬化させる。

別の硬化の態様においては、その誘電層の除去の前に誘電層を、誘電性物質を硬化させるのに十分な条件下で電子ビーム照射に曝してもよい。その誘電体コーテッド支持体は、酸素、アルゴン、窒素、ヘリウム及びそれらの混合物、好ましくは、酸素、アルゴン、窒素及びそれらの混合物からなる群から選択されるガスの存在下で、その支持体の表面を電子の束に曝すことによって硬化される。窒素ガスがより好ましい。電子ビーム暴露が行われる温度は、得られる膜に望まれる特性及び望まれる加工時間の長さに依存するであろう。当業者は、要求される結果を得るための暴露の条件を容易に最適化することができるが、温度は、一般に約25～約250℃、好ましくは約150～約250℃の範囲であろう。電子ビーム硬化中の圧力は、約10～約200ミリトル、好ましくは約10～約40ミリトルの範囲であろう。電子ビーム暴露の時間は、支持体に適用されるビーム線量の強さに依存するであろう。当業者は、要求される結果を得るための暴露の条件を容易に最適化することができるが、暴露は、一般に約2000～約50,000、好ましくは約7500～約10,000 $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ の電子ビーム線量の適用で、一般に約5～約45分、好ましくは約7～約15分の範囲であろう。電子ビームの加速電圧は約5～約15 KeVで変動してもよい。選択される線量及びエネルギーは、加工される膜の厚さに比例するであろう。誘電体コーテッド支持体は、その中に置かれた支持体に電子ビーム照射を提供するための手段を有するあらゆるチャンバー内で電子ビームに曝されることができる。典型的には、その

チャンバーは、同時に電子ビーム暴露を行いながら、酸素、アルゴン、窒素、ヘリウム及びそれらの混合物、好ましくは、酸素、アルゴン及び窒素を含むガス性雰囲気内に電子を放出するための手段も備えている。好ましい態様においては、誘電体コーテッド支持体は、カリフォルニア州サンディエゴの Electron Vision から “ElectronCure”TM という商品名で商業的に入手可能であるチャンバー内に入れられ、その作動及び性能の原理は、米国特許第 5,001,178 号に記載されている。なお、この特許は参照により本明細書中に組み入れられるものとする。

誘電層を場合により硬化させた後は、公知の技術に従ってその誘電層に CMP を行う。そのような技術の詳細は当該技術分野で周知であり、例えば、米国特許第 5,516,729 号を参照のこと。なお、この特許は参照により本明細書中に組み入れられるものとする。一般に、化学的-機械的研磨工程は、発泡フルオロカーボン研磨パッドのような研磨パッドを用い、約 5 ～ 約 20 l b / インチ²、好ましくは約 5 ～ 約 10 l b / インチ² の圧力を用いて、アルカリシリカ、ヒュームドシリカ又は酸化セリウムを含んでなる研磨性粉末スラリーで誘電層を研磨することにより行われる。好ましいスラリーは、約 14 ～ 約 100 nm、好ましくは約 14 ～ 約 20 nm の微結晶サイズを有する酸化セリウムである。そのスラリー組成物は、好ましくは約 2.8 ～ 約 11、より好ましくは約 10.3 ～ 約 11 の範囲の pH を有する。特に有用なスラリー物質には、イリノイ州 Aurora の Cabot Corporation から商業的に入手可能なヒュームドシリカであって 10.3 の pH を有する SC 112 ; アリゾナ州 Scottsdale の Rodel Corporation から商業的に入手可能なヒュームドシリカであって 11.0 の pH を有する ILD 1300 ; 及び Cabot Corporation から商業的に入手可能なヒュームドシリカであって 10.8 の pH を有する SS25 が含まれるが、他を排除するものではない。好ましくは、CMP は、IPEC/Westech からの Avanti 372 又は 472 のような、約 10 ～ 約 100 r p m、好ましくは約 25 ～ 約 60 r p m の定盤速度及び研磨パッドから誘電体表面への約 5 ～ 約 20 p s i、好ましくは約 7 ～ 約 11 p s i の下方圧力 (downward pressure) を有する商業的に入手可能な研磨機で行われる。CMP

は、約0.5～約60分、好ましくは約0.5～約30分、より好ましくは約0.5～約60分行うことができる。典型的に除去される誘電層の量は、適用される誘電層の厚さに依存する。

誘電層を部分的に除去して、そのような部分を除去した後の残りの層がCMPの前より平坦になるようにする。以下の非限定的実施例は、本発明を説明するためのものである。

実施例1：SOGコーテッドウェハの調製

6インチ直径のシリコンウェハを、シロキサンSOGで、即ち、AlliedSignal Inc. から入手可能な Accuglass®311 で、3～4mlのSOGをそのウェハの表面に吐出することによりコートする。次いで、そのウェハを DNS, Inc.

により製造されたSOGコータートラック上で約350rpmで72°Fで2秒間スピンオンする。コートしたウェハを更に約3000rpmで20秒間同様な条件下でスピンした後、それらをコータートラック内のホットプレート上で80℃、120℃及び175℃でそれぞれ120秒の3間隔で連続加熱する。

次いで、工程1からのコーテッドウェハを MRL Industries により製造された炉内で425℃及び窒素存在下1気圧で1時間硬化して、硬化した誘電層を生成させる。

実施例2：研磨されたウェハの厚さ

次いで、実施例1で作ったウェハを IPEC/Westech により製造された Avant i 472 で、10.3～11のpHを有するスラリーで研磨する。研磨は、7.0psiの下方圧力(down pressure)、28rpmのプレート速度、2mm/分の速度で5mm幅の振動で行う。研磨は、Rodel Corporation から入手可能な IC 1000 研磨パッドを用いて110°Fで行う。スラリーを130ml/分で流す。Tencor により製造された Prometrix 計測器を用いて、ウェハ厚をCMP前にウェハ上の異なる25箇所で前測定してから、その25測定値の平均値を出す。

次いで、このSOGコーテッドウェハの厚さをCMP後にウェハ上の異なる25箇所で後測定してから、その25測定値の平均値を出す。前測定厚から後

測定厚を差し引くことにより研磨速度を得る。Prometrix 計測器により自動計算を行う。図1(a)は、SOG Accuglass®311 の425℃で窒素雰囲気下で

60分間熱硬化した後の、元素力顕微鏡写真(AFM)画像であり、図1(b)は、SOG Accuglass®311 シロキサンのSC-112 スラリーでCMP加工した後

のAFM画像である。図2は、10.3～11の異なるpHを有するスラリーでのSOG Accuglass®311 の0～2000 Å/分の範囲の研磨速度(Å/分)の

グラフである。

実施例3：異なる有機率を有するウェハの調製

熱酸化物膜を炉内で裸Siウェハ上に成長させて熱酸化物ウェハを作ってから、実施例1に記載した操作に従って熱硬化させる。実施例1で用いたSOGの追加層を実施例1に記載した操作に従ってその上に適用してから、そのウェハをDNSにより製造された減圧炉内で硬化させて、減圧硬化SOGウェハを

作る。図3は、SOGの有機含量(%)を関数とする異なる誘電体表面の研磨速度を示している。この実施例は、SOG中の有機含量を関数とする熱酸化物、熱硬化SOG及び減圧硬化SOGの研磨速度を示すものである。

実施例4：異なるSOG物質を用いるウェハの調製

異なる誘電性SOG物質、即ち、熱酸化物、PETEOS、PESiH₄、Accuglass®311 シラン及びFlare™フッ素化ポリ(アリアルエーテル)で実施例1

を繰り返す。この実施例は、図4(a)～(d)に示すように、多様なSOG物質について研磨下方圧力と定盤rpmを関数としたCMP研磨速度を例示するものである。

実施例5：異なるリン含量を有するウェハの調製

AlliedSignal Inc. から商品名 Accuglass®203AS、P112A 及び P114A で入手

可能である異なる重量%のリンを有する異なるSOG物質で実施例1を繰り返す。次いで、これらコーテッドウェハをSC-112、SS-25 及びILD-1300 スラリーを用いてAvanti 472 研磨機で研磨する。実施例2に記載した通りにウェハの厚さを前測定及び後測定する。リン含量を関数とする研磨速度を図5に示す。この実施例は、種々のリン含量を有するSOG物質の使用を示すものである。

実施例6：CVDTEOS/SOG

コーテッドウェハーの調製による終点検出

下にある層に達するまで誘電膜を貫いてCMPを行うことができる。この下層は、通常は、金属導体と酸化物層を有する支持体である。CMPにより所望の下層の一部分に達したときに、停止点又は終点に達するものとする。

2 k Åの厚さを有するTEOS膜の層を、約350～400℃及び10ミリの圧力でCVDにより、ポリシリコンウェハー上に適用する。次いで、そのウェハーを実施例1の方法により加工した後、TEOS膜のもう一つの層を8 k Åの厚さで同じように堆積させる。

調製したウェハーを研磨してLuxtron 2350 終点検出システムにより追跡し、研磨速度を一定に維持するためにウェハー研磨ヘッドの定常回転速度を観察する。結果を図6に示す。

実施例7：PESiH₄コーテッドウェハーの終点検出

CVD膜、PESiH₄の異なる層で実施例6を繰り返して試験ウェハーを作る。次いで、それらウェハーを研磨してLuxtron 2350 終点検出システムにより追跡し、研磨速度を一定に維持するためにウェハー研磨ヘッドの定常回転速度を観察する。

実施例8

SEMは、実施例1及び2を裸の未パターン化Siウェハー上で繰り返したときのSOG/CMP組み合わせ加工による局所的及び全体的平坦化を示す。図7(a)及び(b)は、CMPの前及び後のウェハーの表面状態を示している。

実施例9

CMPに使用したスラリーが脱イオン水中の種々の重量%、pH及び粒子サイズの酸化セリウムであること、及び誘電層がAccuglass®311 シロキサン、Accuglass®418 メチルシルセスキオキサン、Flare™フッ素化ポリ(アリールエーテル)及びTEOSを含んでなることを除いて、実施例1及び2を繰り返す。研磨速度を実施例2に記載した通りに測定する。その結果を表1に示す。

表 1

スラリー				研磨速度 (Å/分)			
セル*	Ce0%	pH	粒子サイズ	Accuglass 311	Accuglass 418	Flare	TEOS
セル1	10%(+)	7.0(+)	350nm(+)	2484	9900	4000	6000
セル2	10%(+)	2.8(-)	20nm(-)	2833	165	1034	740
セル3	10%(+)	7.0(+)	170nm(-)	2490	3719	5000	2120
セル4	10%(+)	2.8(-)	350nm(+)	519	4263	4655	1135
セル5	3%(-)	2.8(-)	20nm(-)	1092	1053	1295	1321
セル6	3%(-)	7.0(+)	170nm(-)	5328	10278	1650	5124
セル7	3%(-)	7.0(+)	350nm(+)	5060	2171	4380	2432
セル8	3%(-)	2.8(-)	350nm(+)	248	8172	2432	1434

* セルは、Prometrix 計測器のセルを意味する。

SOG/CMP加工の最も重要な用途の1つは、終点制御、即ち、研磨が誘電

層を貫いて下層に達するときにCMPを終了する点のオペレーター制御である。下層は、典型的には、金属導体及び酸化物層を有する支持体である。研磨操作により下層の一部分に達するときに停止点又は終点に達する。本平坦化方法において停止層としてSOG層を用いることが、図8及び図9に示されている。それらは、その上に金属接触2のパターンを有するシリコン支持体1を示しており、その上にPETEOS又はPESiH₄のCVD層3が堆積され、次いでSOG層4が堆積されている。図9は、PETEOS又はPESiH₄の追加のCVD外層5を示している。このCMT工程は、末端用途に依存して、SOG層4、CVD層5又はCVD層3で研磨を停止するように行うことができる。

この開示内容の恩恵を受ける技術分野の熟練者には、この発明が複数レベルの相互連絡に応用可能であること及び各レベルの相互連絡間のレベル間誘電体を形成するために反復することができるが分かるであろう。更には、ここに開示しかつ説明した発明の形態は、現時点で好ましい態様の例と解されるべきである。請求の範囲に記載した本発明の精神及び範囲から逸脱することなく、種々の修飾及

び変更を行うことができる。以下の請求項は、そのような全ての変形及び修飾を包含するように解釈されることが意図されている。

【図1】

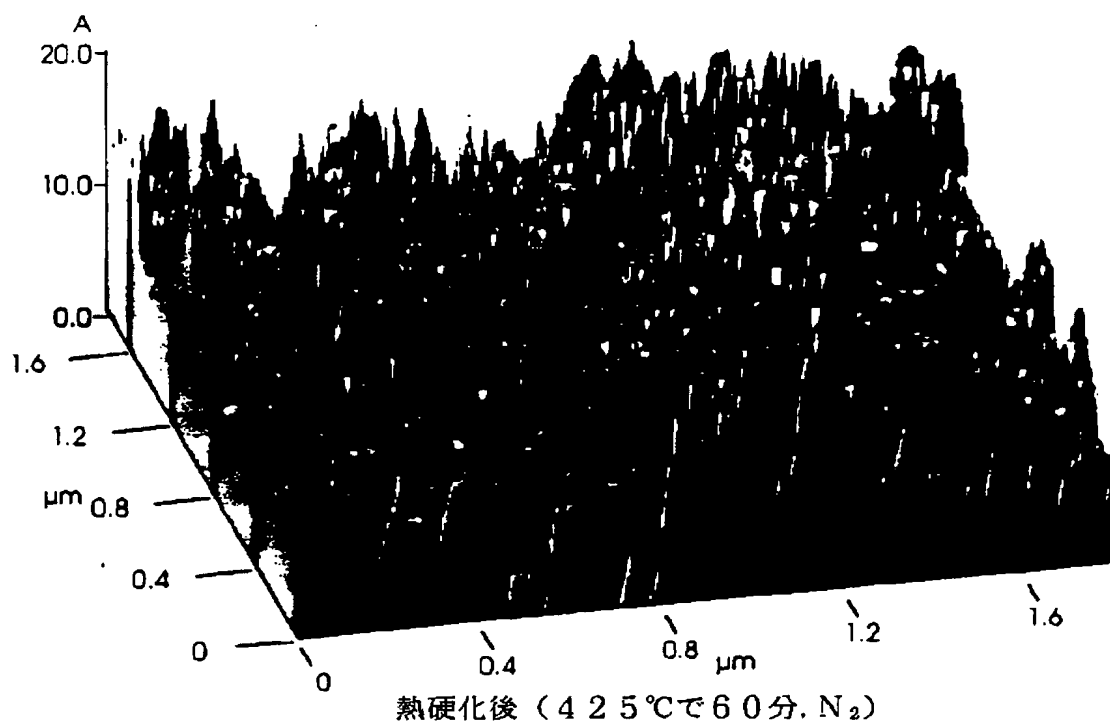


FIG. 1(a)

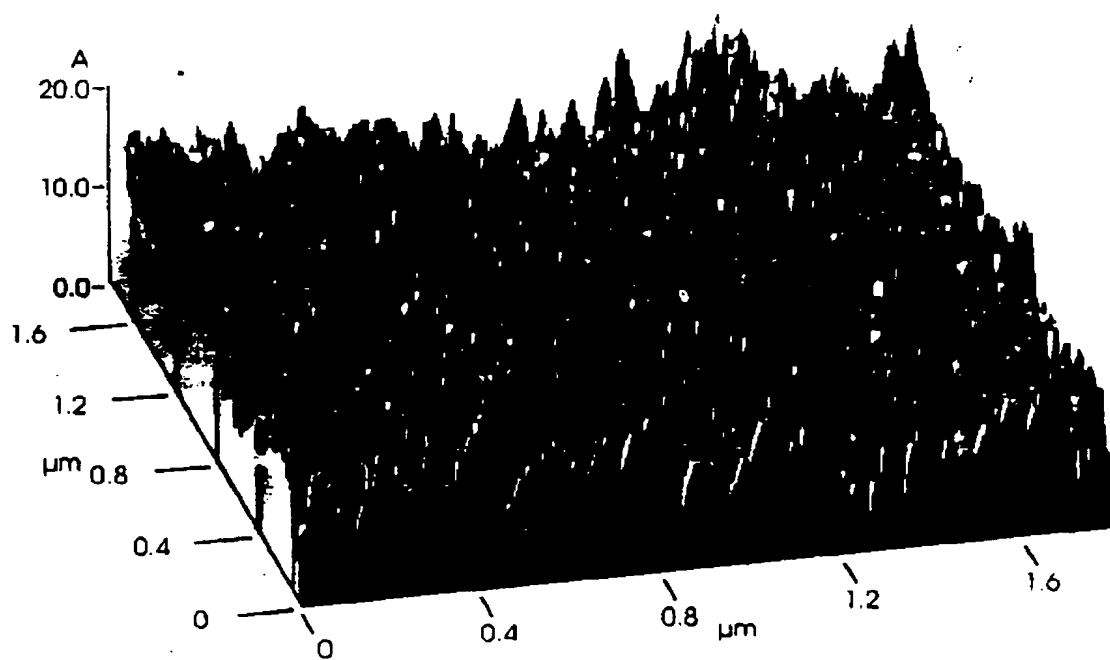


FIG. 1(b)

【図2】

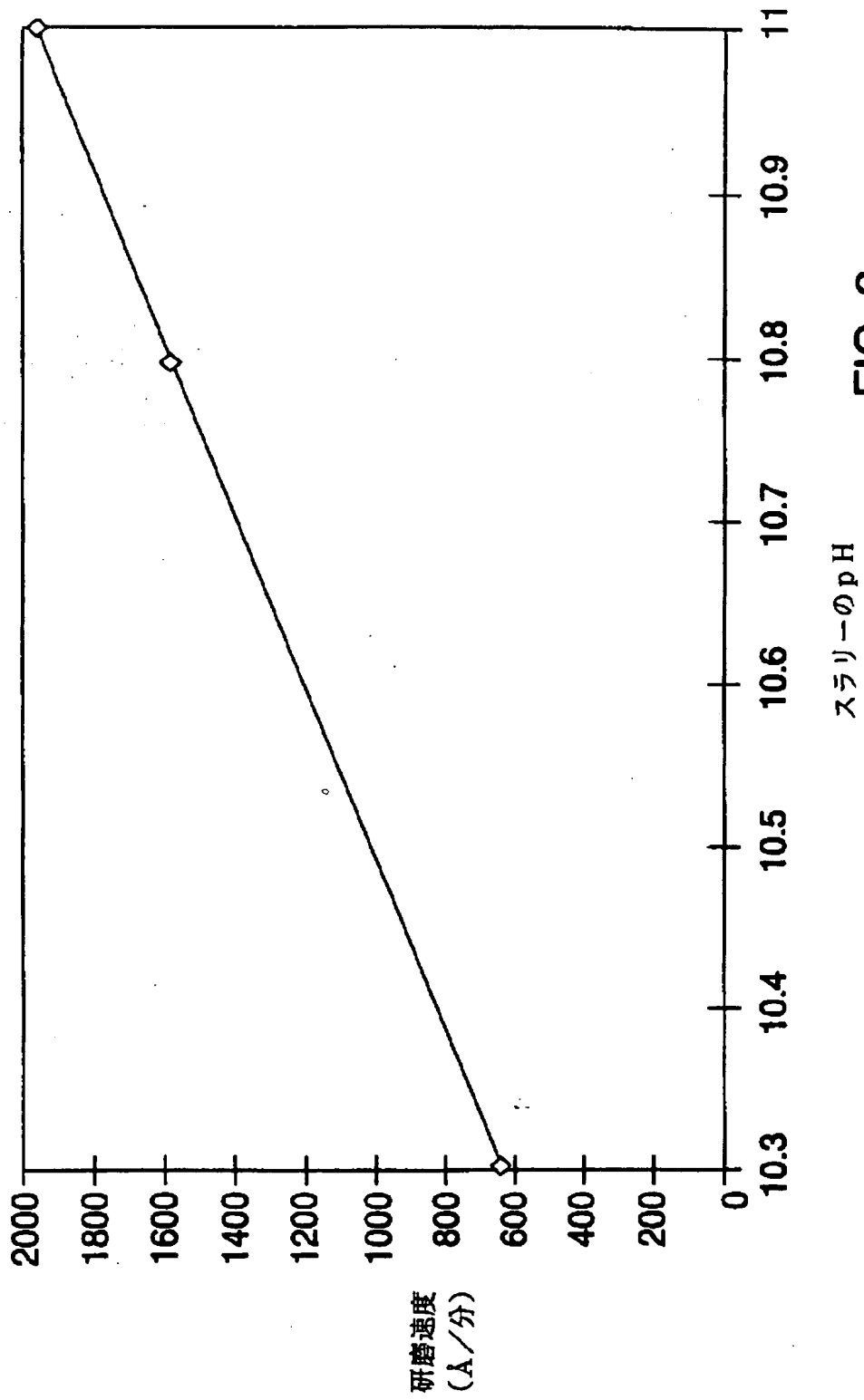


FIG. 2

【図3】

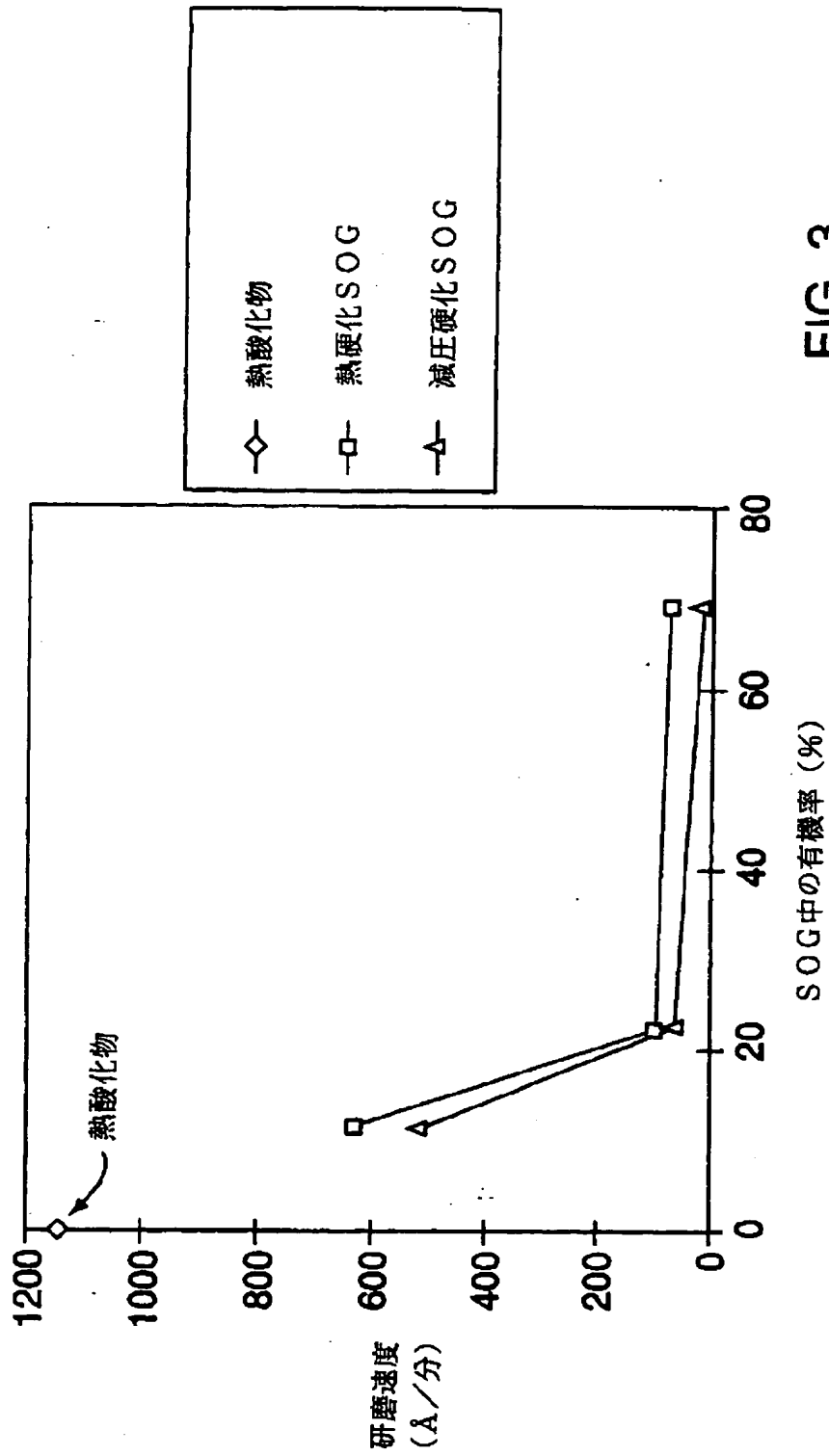


FIG. 3

【图4】

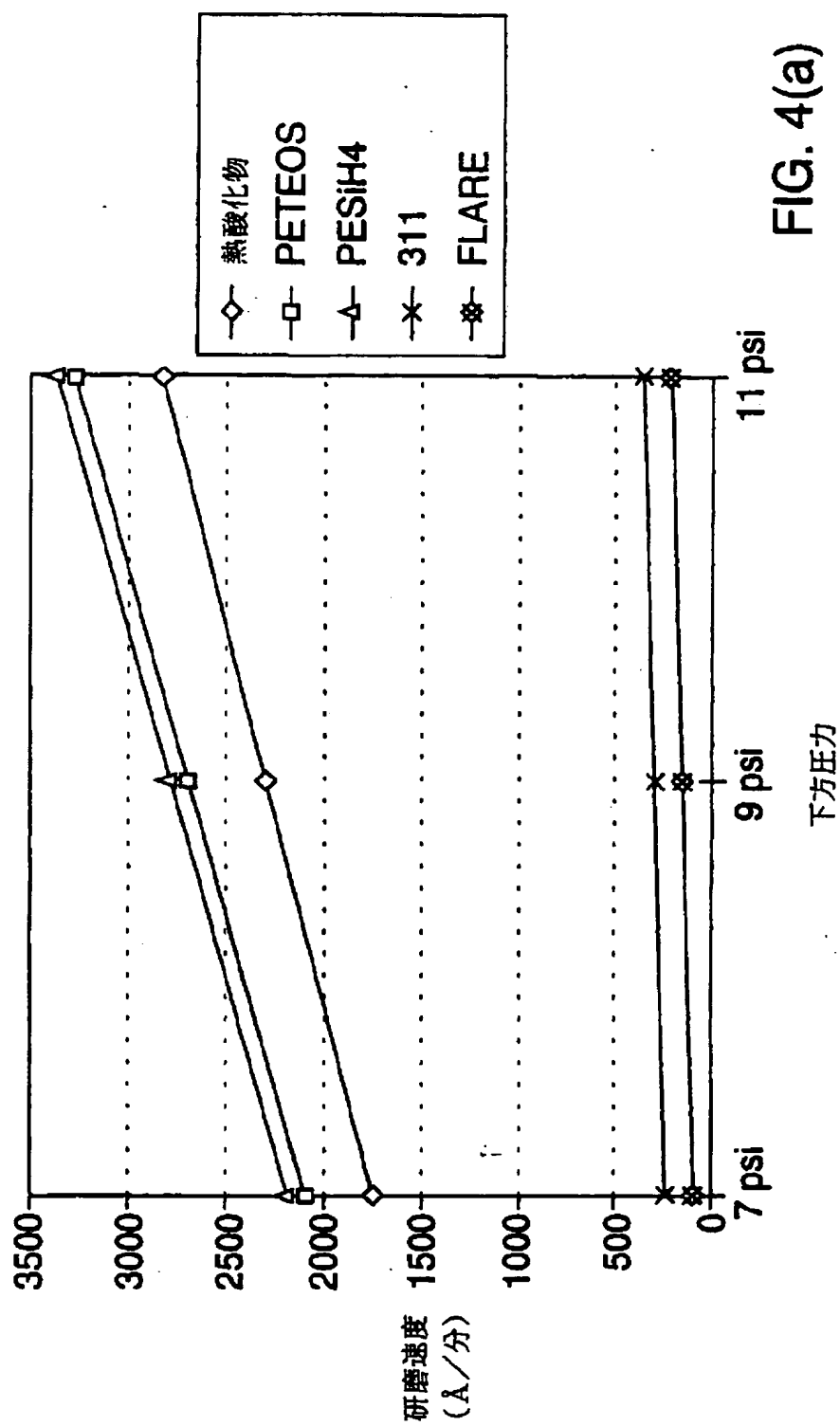


FIG. 4(a)

【図4】

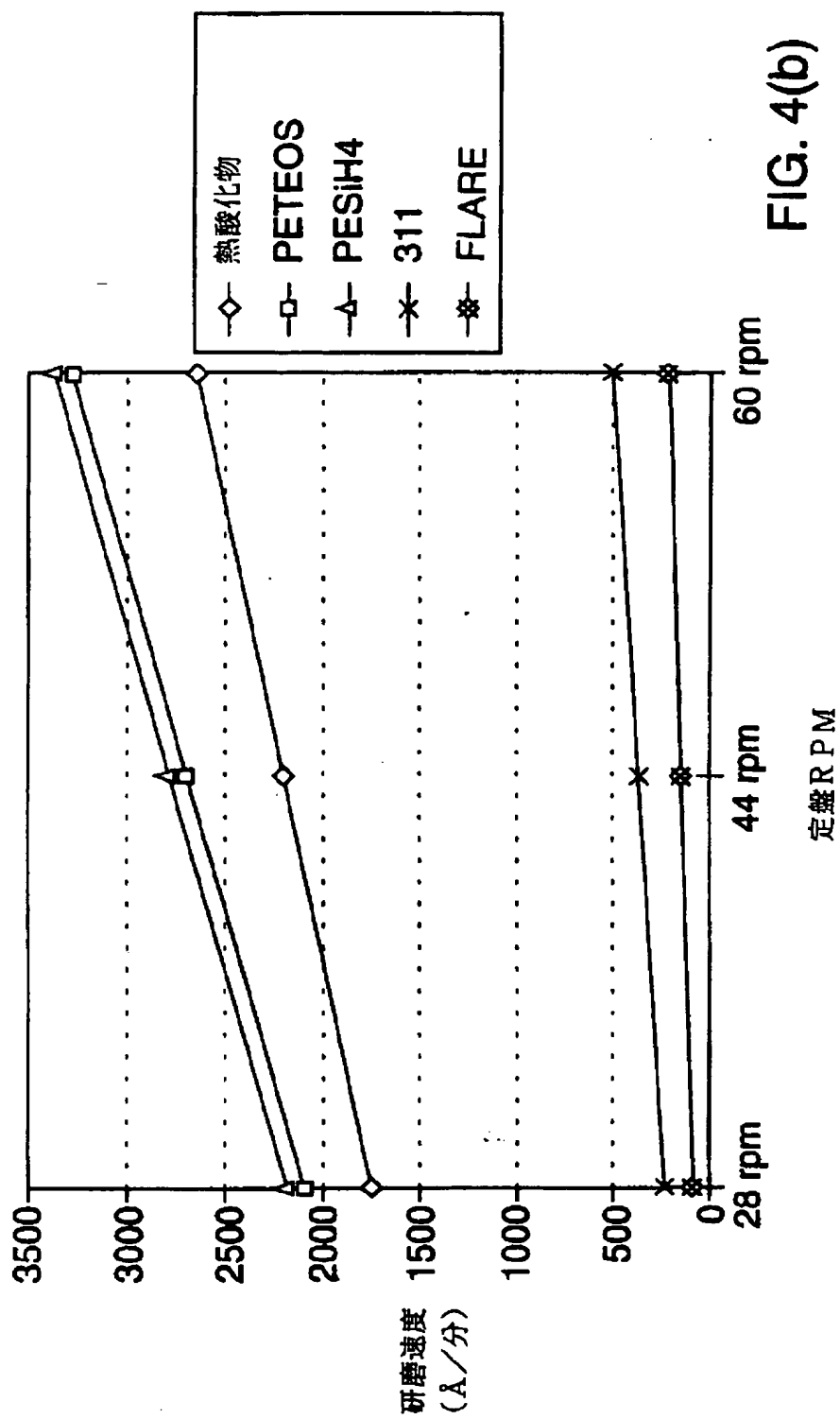


FIG. 4(b)

【图 4】

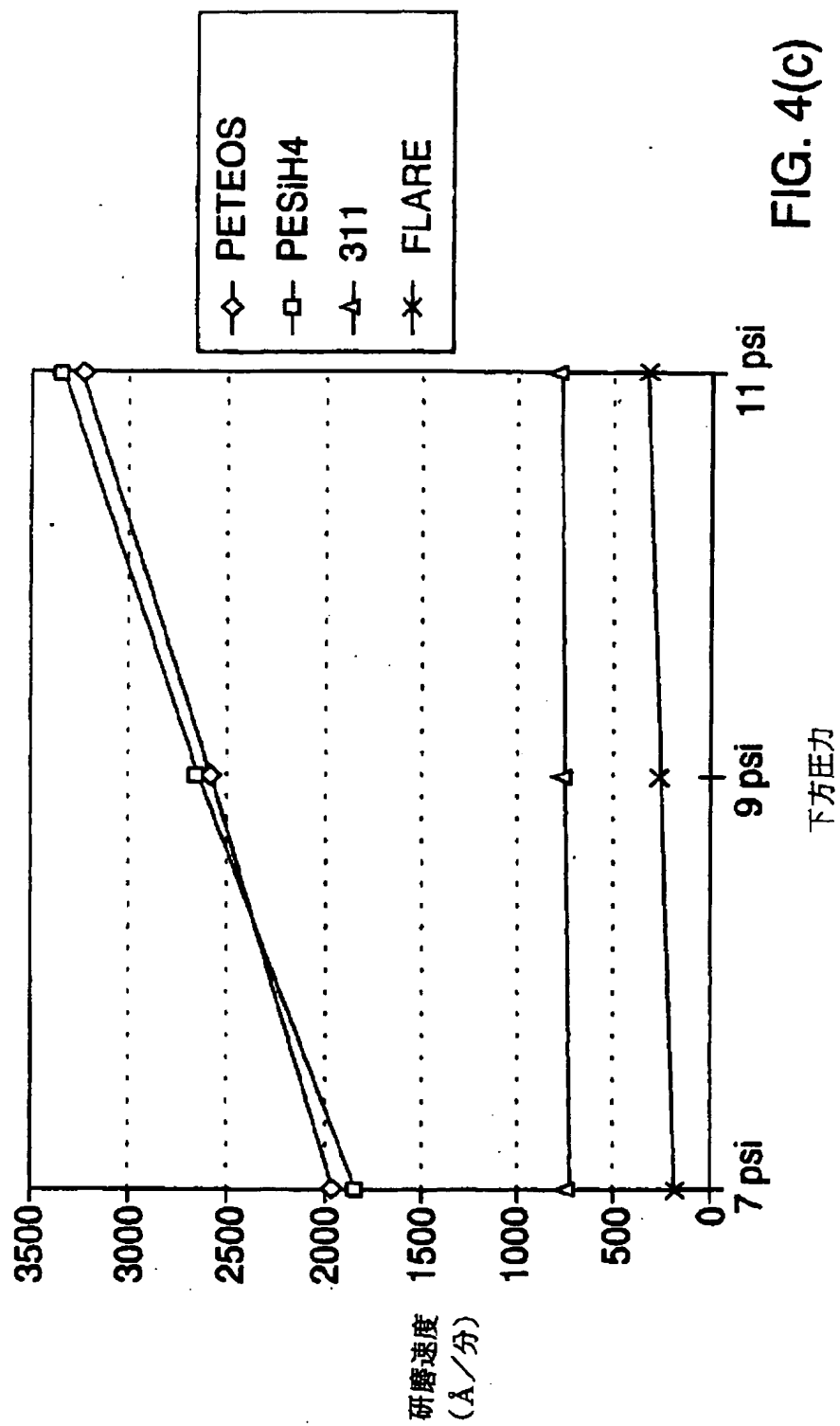


FIG. 4(c)

【図4】

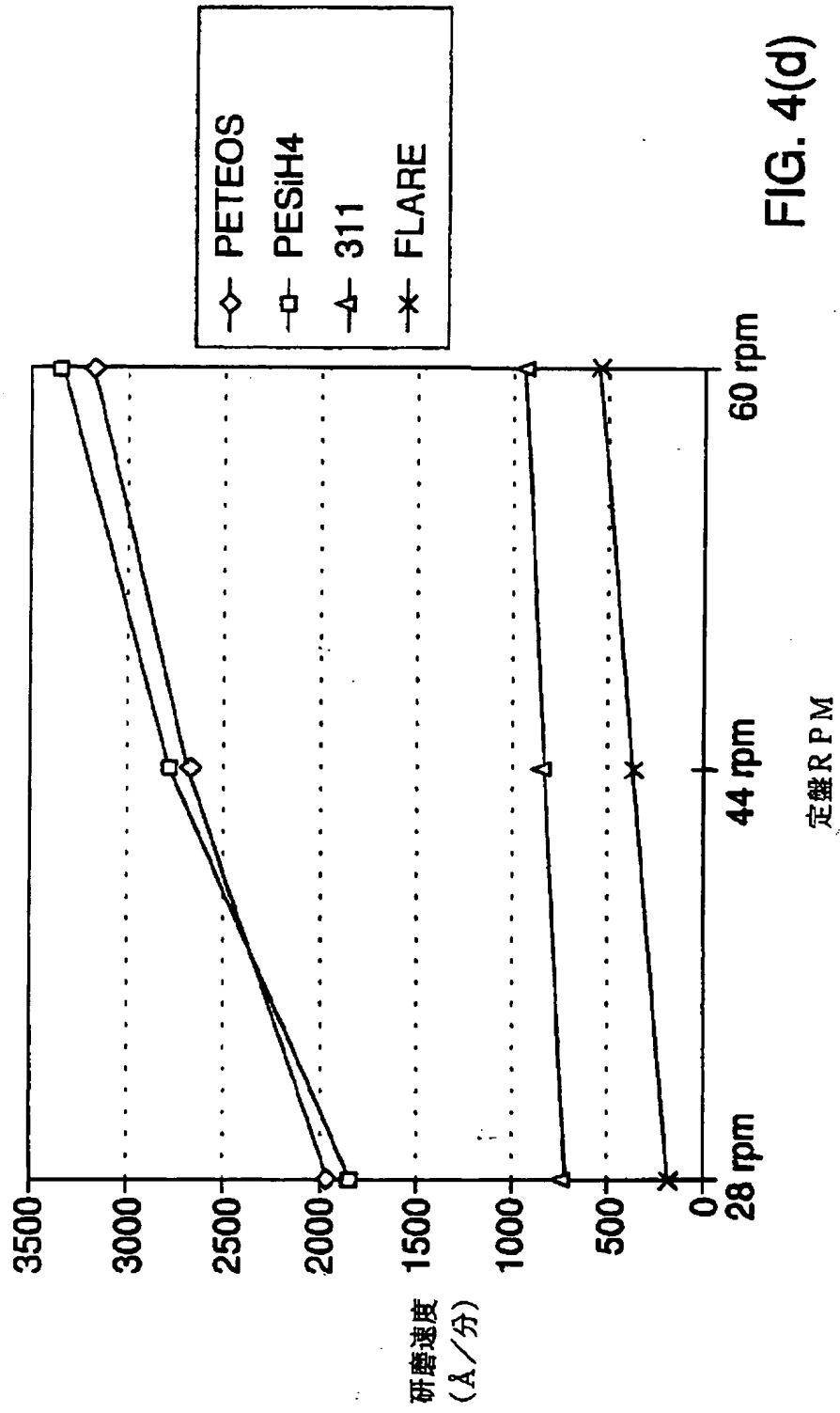
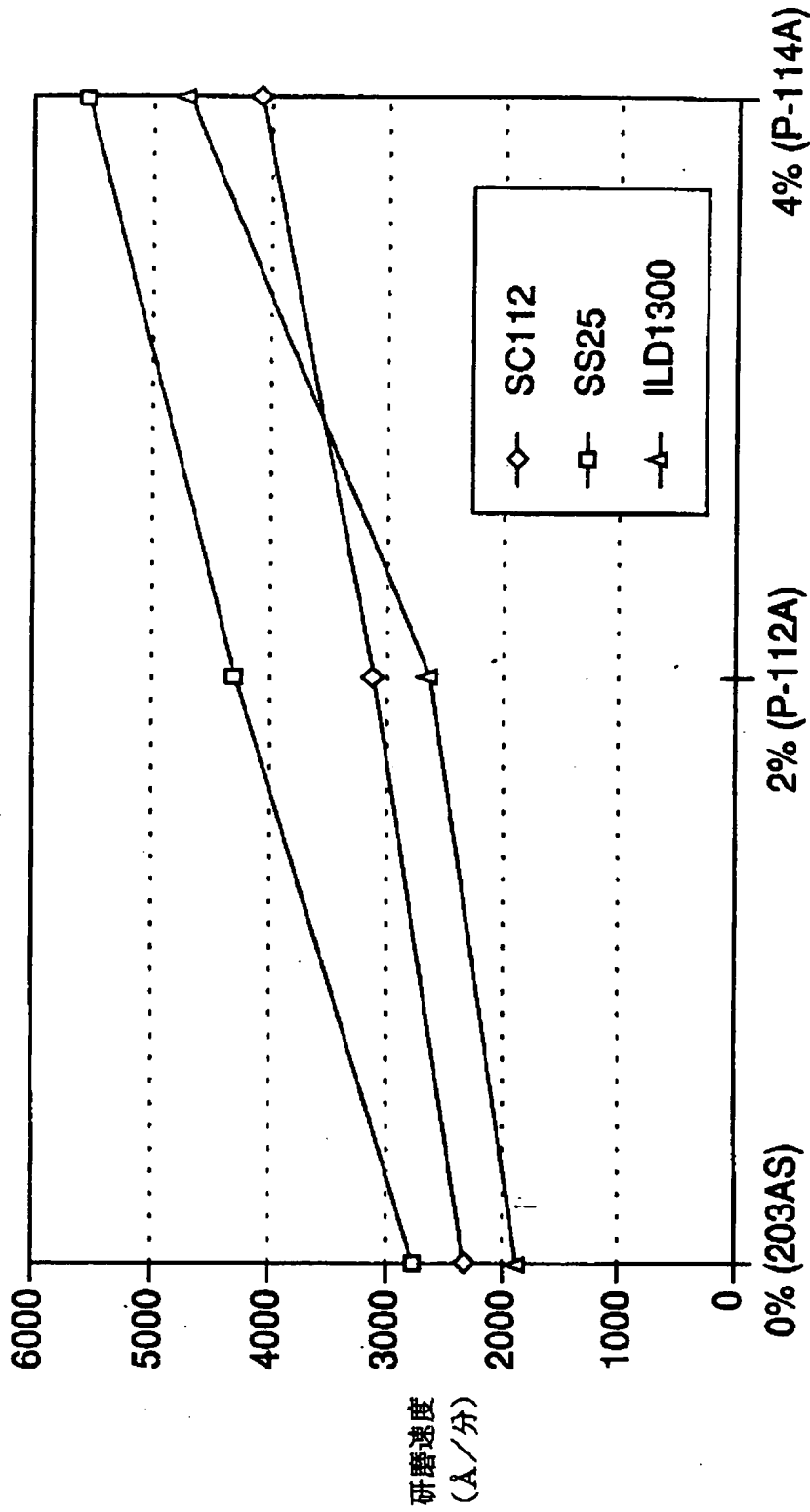


FIG. 4(d)

【図5】



SOG中のリンの重量%

FIG. 5

【図6】

プロセススクリーン図

処方：時間1
 系：REPROC + EDIT
 時間：490.1秒
 ステップ：01
 マッチ：加工完了
 時間：490.1秒
 終点：460.0秒

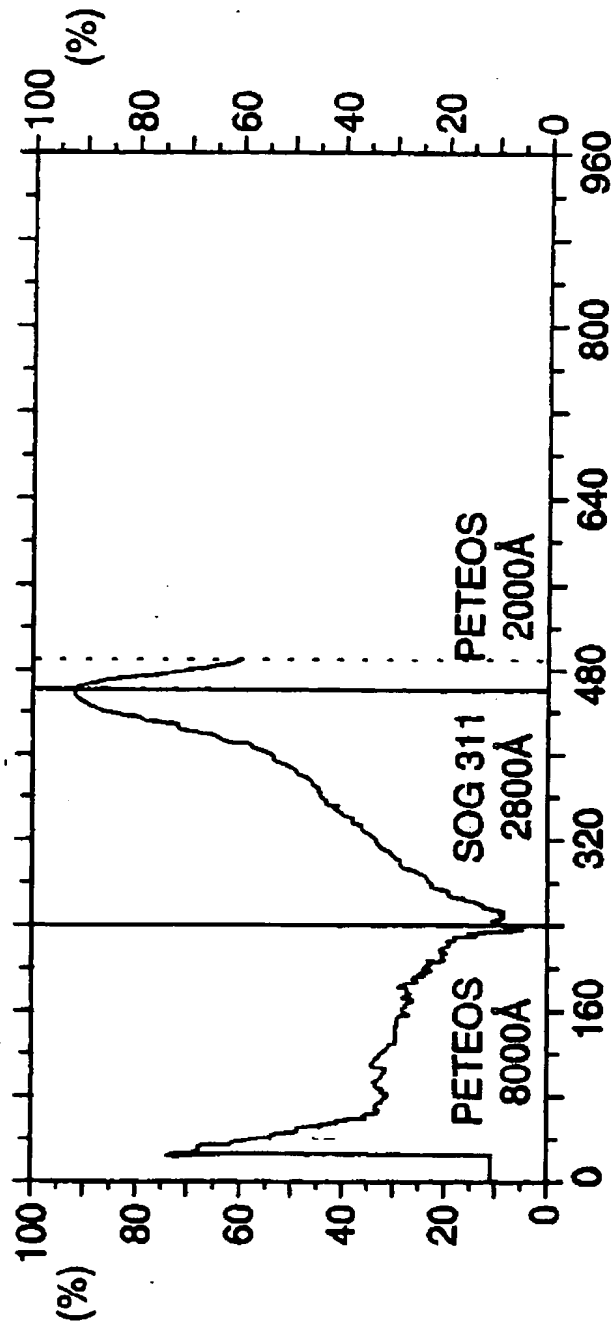
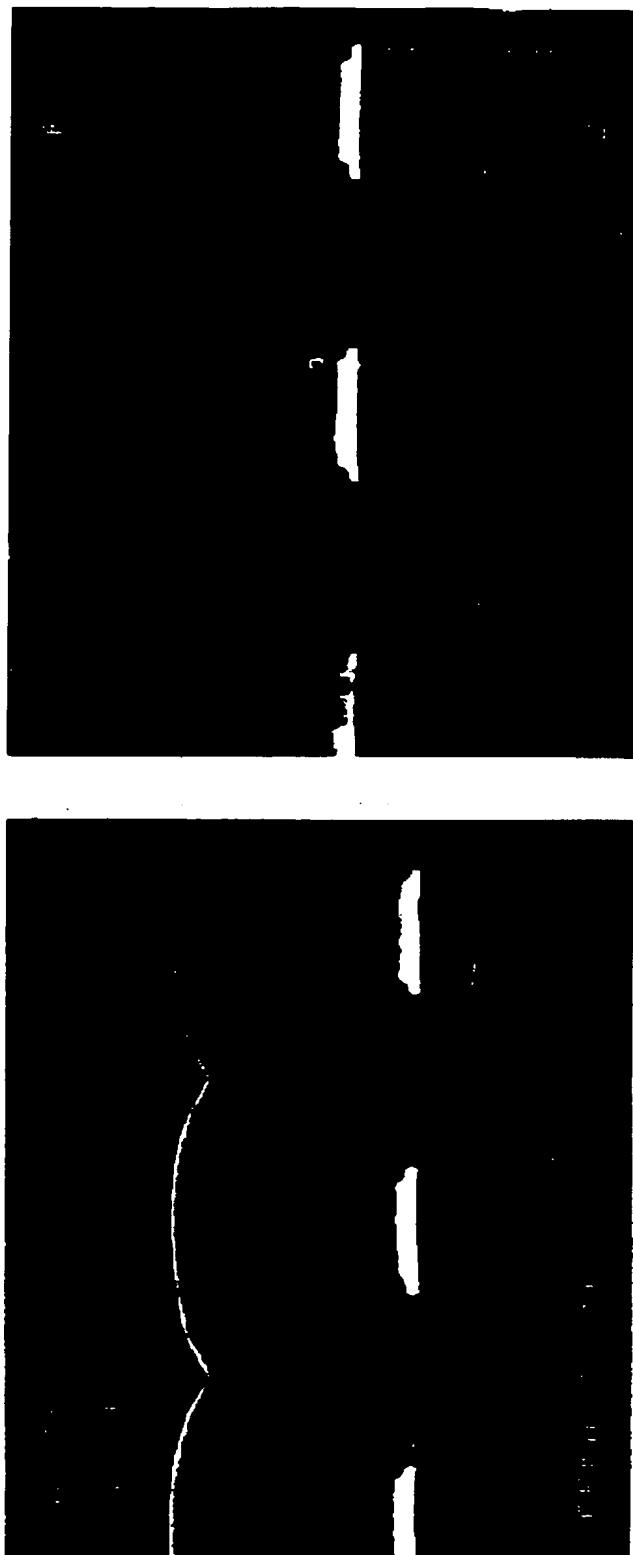


FIG. 6

【図7】

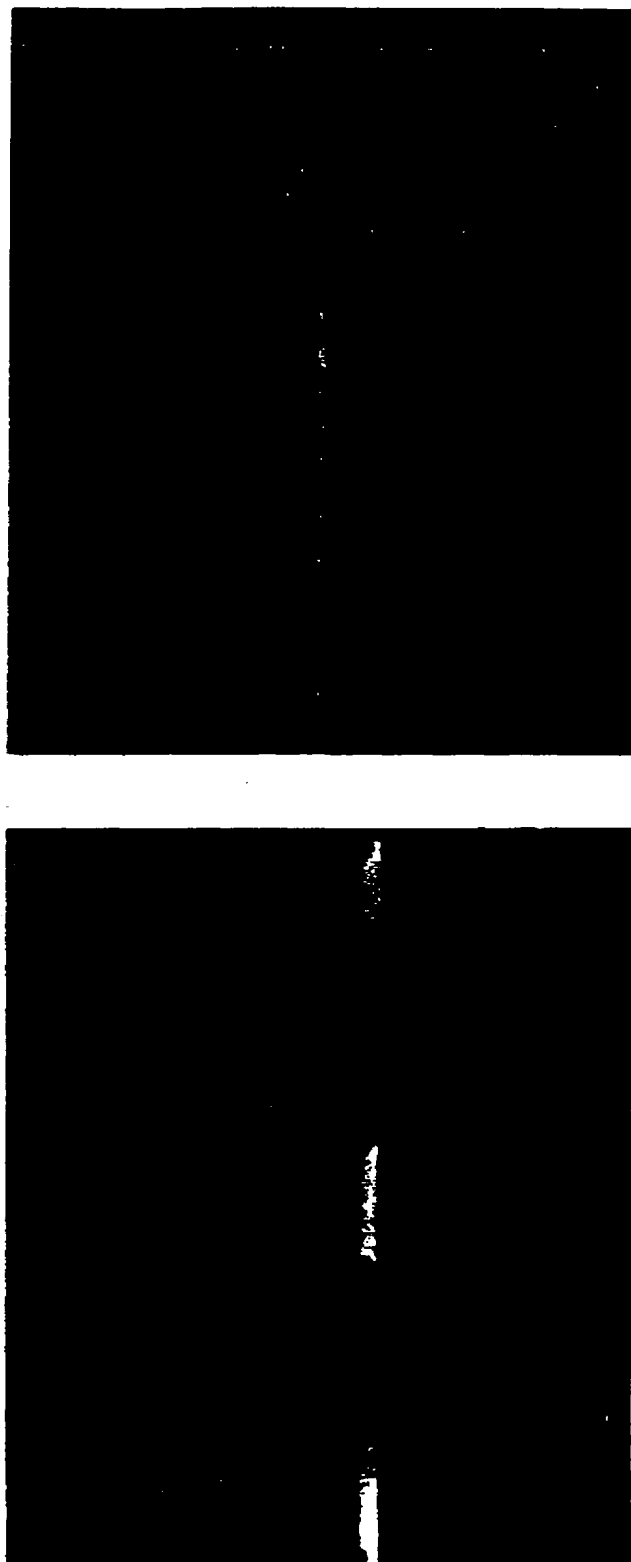


CMP後

FIG. 7(a)

CMP前

【図7】



CMP後
同じウェハー上の局所的及び全体的平坦化

FIG. 7(b)

【図8】

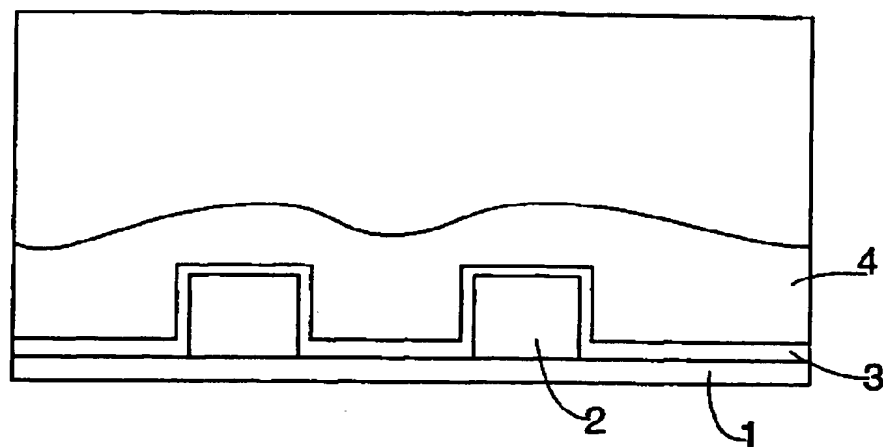


FIG. 8

【図9】

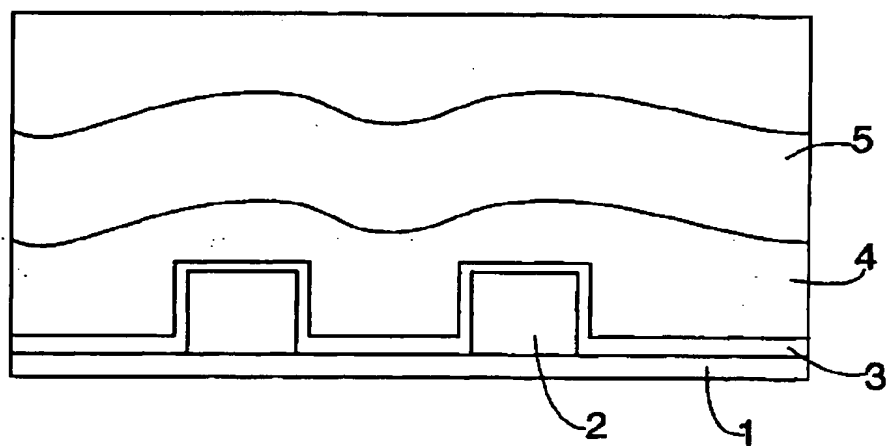


FIG. 9

【手続補正書】**【提出日】** 1997年12月24日**【補正内容】****請求の範囲**

1. 空隙のない連続的に平坦化された支持体表面を形成する方法であって、
 - (a) 誘電性組成物を支持体の表面に、該表面上の空隙を均一にコートして充填するのに十分な量で適用すること；及び
 - (b) 前記支持体表面上の前記誘電性組成物が実質的に平坦化されるまで、前記誘電性組成物に化学的機械的研磨工程を行うことを含む方法。
2. 誘電性物質が、電子ビーム硬化処理により更に硬化される、請求項1の方法。
3. 表面が、金属電導体のパターン及び該金属接触上の酸化物の層を含む請求項1の方法であって、工程(b)を行う前に、該誘電層上に第2酸化物層を堆積することを更に含む方法。
4. 半導体支持体表面を処理する方法であって、
 - (a) 液体誘電性組成物の層を半導体支持体の表面上にスピン堆積すること；
 - (b) 前記誘電層を、その表面上に連続的な乾燥誘電層を形成するのに十分な温度及び時間で加熱すること；及び
 - (c) 該誘電層を化学的－機械的に研磨して該誘電層の少なくとも一部分を除去することを含む方法。

【國際調查報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

onal Application No
PCT/US 96/10836

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 6 H01L21/3105 H01L21/768		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US, A, 4 944 836 (BEYER KLAUS D ET AL) 31 July 1990 see column 3, line 26-34; claims 1-7 ---	1.2,7-12
X	RESEARCH DISCLOSURE, no. 328, 1 August 1991, page 583 XP000217885 "PREIMIDIZATION CHEMICAL MECHANICAL POLISHING OF POLYIMIDE COATINGS" see abstract ---	1-3
X	SOLID STATE TECHNOLOGY, vol. 35, no. 5, 1 May 1992, pages 87-91, XP000277409 SRINIVASAN SIVARAM ET AL: "PLANARIZING INTERLEVEL DIELECTRICS BY CHEMICAL-MECHANICAL POLISHING" see page 88, paragraph 1-3 ---	1,8,10, 11
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 11 September 1996		Date of mailing of the international search report 30.09.96
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5118 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016		Authorized officer Hammel, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Patent Application No.
PCT/US 96/10835

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	US,A,5 516 729 (DAWSON ROBERT ET AL) 14 May 1996 see claims 1-16; figures 5-7 ---	1-3,10, 12
A	US,A,4 222 792 (LEVER REGINALD F ET AL) 16 September 1980 see column 7, line 55 - column 8, line 32 ---	5,6
A	US,A,4 789 648 (CHOW MELANIE M ET AL) 6 December 1988 see column 4, line 25-36; claims 1-6 -----	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/US 96/10836

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4944836	31-07-90	CA-A- 1245517	29-11-88
		EP-A- 0223920	03-06-87
		JP-B- 7077218	16-08-95
		JP-A- 62102543	13-05-87
		JP-A- 8017831	19-01-96

US-A-5516729	14-05-96	NONE	

US-A-4222792	16-09-80	CA-A- 1142272	01-03-83
		EP-A- 0025129	18-03-81
		JP-C- 1216438	17-07-84
		JP-A- 56040261	16-04-81
		JP-B- 58051422	16-11-83

US-A-4789648	06-12-88	CA-A- 1248641	10-01-89
		EP-A- 0224013	03-06-87
		JP-C- 1840556	25-04-94
		JP-A- 62102544	13-05-87

フロントページの続き

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, L
U, MC, NL, PT, SE), CN, JP, KR, S
G

(72) 発明者 ホッセイニ, レザ
アメリカ合衆国カリフォルニア州94539,
フレモント, パーク・メドレー・ドライブ
45370